

## SPIN VALVE MAGNETO-RESISTIVE SENSOR AND THIN FILM MAGNETIC HEAD

Patent Number: JP2001126219  
Publication date: 2001-05-11  
Inventor(s): UENO MASANORI; TABUCHI KIYOTAKA; SAWAZAKI TATSUO; NISHIDA HIROSHI; MIZUKAMI KAZUHIRO; HIGAMI FUMINORI  
Applicant(s): READ RITE CORP  
Requested Patent: JP2001126219  
Application Number: JP19990307554 19991028  
Priority Number(s):  
IPC Classification: G11B5/39  
EC Classification:  
Equivalents:

### Abstract

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a spin valve magneto-resistive sensor and thin film magnetic head having high reproducing output, suppressing the fluctuation of H<sub>int</sub> due to the thickness of a back layer and the fluctuation of asymmetry of the reproducing output to stabilize a sensor characteristic and capable of realizing high density recording.

**SOLUTION:** The spin valve magneto-resistive sensor wherein free layers 9 and 10, pin layers 5-7 and an anti-ferromagnetic layer 4 adjacent to the pin layers for pinning them are laminated through a non-magnetic spacer layer 8 above a substrate 1 comprises a back layer 15 consisting of at least two non-magnetic metal layers 13 and 14 laminated adjacently to the free layers on the reverse side of the non-magnetic spacer layer. The back layer is formed so that at least one non-magnetic metal layer is adjacent to a Cu layer having high conductivity, preferably to the free layers, in, e.g. a two-layered structure of Cu and Ru or a three-layered structure of Ru/Cu/Ru.

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-126219

(P2001-126219A)

(43)公開日 平成13年5月11日 (2001.5.11)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テームト<sup>\*</sup>(参考)

G 1 1 B 5/39

G 1 1 B 5/39

5 D 0 3 4

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平11-307554

(22)出願日 平成11年10月28日 (1999.10.28)

(71)出願人 592060422

リード・ライト コーポレーション

READ-RITE CORPORATI  
ON

アメリカ合衆国 カリフォルニア州

95035 ミルピタス ロスコチェスト

リート 345

(72)発明者 上野 昌紀

大阪府三島郡島本町江川2-15-17 リー

ドライト・エスエムアイ株式会社内

(74)代理人 100098062

弁理士 梅田 明彦

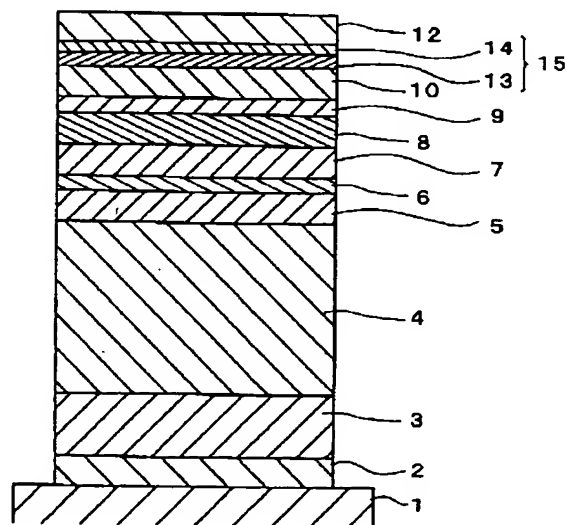
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 スピンバルブ型磁気抵抗センサ及び薄膜磁気ヘッド

(57)【要約】

【解決手段】 基板1上に非磁性スペーサ層8を挟んでフリー層9、10及びピン層5〜7と、ピン層に隣接してこれをピン止めするための反強磁性層4とが積層されたスピンバルブ型磁気抵抗センサにおいて、フリー層に隣接して非磁性スペーサ層とは反対側に積層した少なくとも2つの非磁性金属層13、14からなるバックレイヤ15を備える。バックレイヤは、例えばCuとRuとの2層構造又はRu/Cu/Ruの3層構造のように、少なくとも1つの非磁性金属層を電気伝導度の高いCuで、好ましくはフリー層に隣接して形成する。

【効果】 高い再生出力と同時に、バックレイヤの膜厚によるHintの変動を抑制し、再生出力の非対称性のばらつきを抑えてセンサ特性を安定させ、高記録密度化を実現できる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上に積層された自由側強磁性層と、固定側強磁性層と、前記両強磁性層に挟まれた非磁性スペーサ層と、前記固定側強磁性層に隣接して該固定側強磁性層をピン止めるための反強磁性層と、前記自由側強磁性層に隣接してその前記非磁性スペーサ層とは反対側に積層した少なくとも2つの非磁性金属層からなるバックレイヤとを備えることを特徴とするスピバルブ型磁気抵抗センサ。

【請求項2】 前記バックレイヤの少なくとも1つの非磁性金属層がCuからなることを特徴とする請求項1に記載のスピバルブ型磁気抵抗センサ。

【請求項3】 前記バックレイヤのCuからなる前記非磁性金属層が、前記自由側強磁性層に隣接することを特徴とする請求項2に記載のスピバルブ型磁気抵抗センサ。

【請求項4】 前記バックレイヤが、CuとRuとの2層構造からなることを特徴とする請求項2又は3に記載のスピバルブ型磁気抵抗センサ。

【請求項5】 前記バックレイヤが、Ru/Cu/Ruの3層構造からなることを特徴とする請求項2に記載のスピバルブ型磁気抵抗センサ。

【請求項6】 Cuからなる前記非磁性金属層の膜厚が5～20Åであることを特徴とする請求項2乃至5のいずれかに記載のスピバルブ型磁気抵抗センサ。

【請求項7】 前記バックレイヤが、Cu、Ag、Auの群から選択される1種又は2種以上の元素からなる非磁性金属層と、Ru、Re、Os、Ir、Rh、W、Nb、Mo、Cr、V、Pd、Ptの群から選択される1種又は2種以上の元素からなる非磁性金属層とを組み合わせた2層以上からなることを特徴とする請求項1に記載のスピバルブ型磁気抵抗センサ。

【請求項8】 請求項1乃至7のいずれかに記載のスピバルブ型磁気抵抗センサを備えることを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、基板上に非磁性スペーサ層を挟んで自由側強磁性層と固定側強磁性層とを積層しかつ固定側強磁性層の磁化方向を反強磁性層によりピン止めたスピバルブ型磁気抵抗センサ、及びかかるスピバルブ型磁気抵抗センサを備え、磁気記録装置に使用するための薄膜磁気ヘッドに関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来より、再生用磁気ヘッドにおいて磁気感度を高めるために、巨大磁気抵抗効果を示すスピバルブ膜構造の磁気抵抗(MR)センサが開発されている。一般にスピバルブMR膜は、基板上に非磁性スペーサ層を挟んで対向する2つの磁性層を積層したサンドイッチ構造からなり、その一方のピン層(固定側強磁性層)

層)は、その磁化が隣接する反強磁性層との交換結合磁界により信号磁界と平行に固定されるのに対し、他方のフリー層(自由側強磁性層)の磁化は、通常永久磁石の磁界を利用したハードバイアス法により単磁区化され、外部磁場により自由に回転する。フリー層の磁化が磁気記録媒体等からの外部磁場により回転すると、両磁性層間に生じた磁化方向の角度差によりMR膜の電気抵抗が変化する。この電気抵抗の変化により、記録媒体に記録されたデータが認識できる。

【0003】一般に、スピバルブMRセンサの磁気感度を高めるためには、フリー層の膜厚を薄くすると有効であるが、フリー層の厚みを薄くし過ぎると、例えば伝導電子の平均自由工程程度の30～50Å位まで薄くなると、却って磁気抵抗変化率(MR比)は低下することが知られている。最近、この問題を解決するために、例えば特許2744883号明細書に開示されているように、フリー層の非磁性スペーサ層とは反対側に隣接させて非磁性金属材料のバックレイヤ(又は背部層)を形成して、実質的に伝導電子の平均自由工程を長くすることにより、MR比を向上させる方法が検討されている。

【0004】H. Iwasaki他による論文「SPIN FILTER SPIN VALVE HEADS WITH ULTRATHIN CoFe FREE LAYERS」

(IEEE, INTERMAG 99, BA-04 (1999))には、Cuスペーサ層の反対側に高導電層が接するCoFe薄膜からなるフリー層を備えたスピバルブ構造のスピバルブ膜及びこれを用いた磁気ヘッドが提案されている。これによれば、高導電層の存在によりアップスピン電子の平均自由行程が改善されかつアップスピン電子とダウンスピン電子間の平均自由行程が維持されることで、15Åという非常に薄いフリー層でも安定して高いMR比が得られるので、センサの感度を向上させ、高記録密度を実現し得ることが報告されている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、実際にこのようなスピバルブ構造のスピバルブ膜の特性を、バックレイヤの厚みを変化させて測定したところ、フリー層とピン層間に働く層間結合磁場(Hint)がバックレイヤの厚みによって大きく変動することが分かった。

【0006】図5は、この測定に用いたスピバルブ膜の構成を示しており、基板1上に設けたTa(30Å)膜2及びNiFeCr(40Å)膜3の下地層の上に、PtMn(250Å)の反強磁性層4と、CoFe(20Å)膜5、Ru(8.5Å)膜6及びCoFe(26Å)膜7からなるシンセティック構造のピン層と、Cu(24Å)の非磁性スペーサ層8と、CoFe(10Å)膜9及びNiFe(20Å)膜10のフリー層と、バックレイヤとしてCuの非磁性金属層11とが積層され、その上にTa(30Å)の保護層12が形成されている。成膜後に、15キログaussの真空磁場中で10時

間、270℃の熱処理を行なうことにより、PtMn反強磁性層4を規則化させて前記ピン層との間に交換結合を生じさせた。

【0007】このスピバルブ膜について、Cu非磁性金属層11の膜厚 $t$ を0から40Åまでの範囲で変化させたときのHintの変化を図6に示す。同図において、Cu膜厚 $t$ が5Åから15Åまで増加すると、Hintは80eから20eに減少している。これは、1Å当たりの変化量が平均して0.60e/Åであるから、たとえバックレイヤの膜厚制御を±1Åの精度で行なったとしても、その誤差範囲でHintの変化量は1.20eにもなり、バックレイヤの膜厚に大きく依存することを示している。

【0008】特にHintは、センサの再生出力の非対称性(アシンメトリ)を左右する重要なパラメータであるから、Hintのばらつきはそのままセンサ性能のばらつきの原因となり、安定性が損なわれる。このため、再生用磁気ヘッドに適用した場合には、その製造条件により磁気変換特性にばらつきが生じ、歩留まりが低下し、信頼性を損なう結果となる。

【0009】そこで本発明の目的は、上記従来の問題点に鑑み、センサの磁気感度を高めて高い再生出力が得られるように、フリー層の膜厚をより一層薄くすると同時に、再生出力の非対称性のばらつきを抑えてセンサの磁気特性を安定させることができる所謂スピフィルタ構造のスピバルブ型磁気抵抗センサを提供することにある。

【0010】本発明の別の目的は、かかるスピバルブ型磁気抵抗センサを備えることにより、磁気記録における一層の大容量化及び高記録密度化に対応し得る高性能を安定して発揮し、しかも歩留り良く製造することができる薄膜磁気ヘッドを提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】一般にフリー層とピン層間に働く層間結合磁場(Hint)は、非磁性スペーサ層の膜厚に対して振動する成分と、界面の凹凸に起因する成分とから構成される(IEEE Transactions On Magnetism, Vol.32, No.4, p.3165, 1996)。これらの内非磁性スペーサ層の膜厚に起因する振動は、Co/Cu等の多層膜における磁性層間の交換結合が非磁性層の膜厚に対して振動する現象と同じ起源であり、これは伝導電子波の量子干渉効果で発現すると考えられている(Journal of Magnetism and Magnetic Materials, Vol.93, p.85, 1991)。

【0012】上述した図5の従来のスピフィルタ構造のスピバルブMRセンサにおけるHintのバックレイヤ膜厚に対する変動も、同様に電子波の量子干渉効果により引き起こされていると考えられる。即ち、伝導電子が非磁性スペーサ層からフリー層を通過しかつバックレイヤを透過してTa保護層との界面で反射され、非磁性

スペーサ層内の電子波と干渉して定在波を作る。従って、バックレイヤの膜厚を変えれば、電子波との干渉状態が変化して、非磁性スペーサ層を介したフリー層及びピン層間の交換結合を変化させ得ると予想される。

【0013】本発明は、かかる本願発明者の知見に基づいてなされたものであり、基板上に積層された自由側強磁性層(フリー層)と、固定側強磁性層(ピン層)と、前記両強磁性層に挟まれた非磁性スペーサ層と、固定側強磁性層に隣接して該固定側強磁性層をピン止めするための反強磁性層と、自由側強磁性層に隣接してその非磁性スペーサ層とは反対側に積層した少なくとも2つの非磁性金属層からなるバックレイヤとを備えることを特徴とするスピバルブ型磁気抵抗センサが提供される。ここで、バックレイヤとは、伝導電子を透過させ、かつ、その上面と該上面に接する層との界面で反射させる作用を有する非磁性金属層のことである。

【0014】このように2つ以上の非磁性金属層を積層したバックレイヤを設けることにより、ピン層から非磁性スペーサ層及びフリー層を通過した電子波は、バックレイヤを透過する際に異なる種類の金属のフェルミ面の影響を受けるので、従来のような定在波の状態を維持し難くなる。その結果、バックレイヤの膜厚によっては電子波の干渉状態が変化し難くなり、Hintの大きな変動を有効に抑制することができる。

【0015】或る実施例では、特にCuは電気伝導度が高い材料で、フリー層の平均自由工程を長くするためのバックレイヤに適していることから、前記バックレイヤの少なくとも1つの非磁性金属層がCuからなることが好ましい。

【0016】その反面、Cuは電気伝導度が高いために、Ta保護層との界面で反射された電子が非磁性スペーサ層側に戻る確率も高くなるので、バックレイヤの膜厚が電子波の干渉状態に影響を与える虞がある。そこで、別の実施例では、前記バックレイヤのCuからなる非磁性金属層がフリー層に隣接するように設けられると、好都合である。

【0017】或る実施例では、前記バックレイヤはCuとRuとの2層構造から形成することができる。特にRuはCuに比べて電気伝導度が低いので、伝導電子が散乱され易い性質がある。従って、前記バックレイヤをフリー層側からCu/Ruの順に積層すれば、フリー層からCu層を通してRu層に達した伝導電子は散乱され易いため、コヒーレントな状態で非磁性スペーサ層に戻る確率が低くなるので、バックレイヤの膜厚の変動が電子波の干渉状態に与える影響は小さくなる。

【0018】また、Ruは比較的融点が高いため、スピバルブセンサのように熱処理を要する積層構造において界面での相互拡散を抑える働きをするという特徴がある。これに対してCuは、熱処理時にフリー層を形成するNiFeとの間で拡散を生じる虞があるから、フリー

層と前記バックレイヤのCu層との間に拡散バリア層としてRu層を挿入すると、熱処理によるセンサ特性の劣化を防止することができる。

【0019】更に、前記バックレイヤをRu/Cu/Ruの3層構造から形成すると、上述したHintの変動を抑制する作用と、熱処理による性能劣化を防止する作用の双方が同時に得られるので、より好都合である。

【0020】また、Cuからなる非磁性金属層の膜厚が5~20Åの範囲内にあると、後述するように伝導電子の平均自由行程を増大させてMR比の向上が図れ、かつMR比を減少させるシャント効果の影響が少ないので、好都合である。

【0021】前記バックレイヤには、上述したCu及びRu以外の様々な材料を使用できるが、具体的にはそれらを含めて、前記バックレイヤが、比較的電気伝導度の高いCu、Ag、Auの群から選択される1種又は2種以上の元素からなる非磁性金属層と、それよりは電気伝導度の低いRu、Re、Os、Ir、Rh、W、Nb、Mo、Cr、V、Pd、Ptの群から選択される1種又は2種以上の元素からなる非磁性金属層とを組み合わせた2層以上の積層膜からなると好都合である。

【0022】また、本発明の別の側面によれば、上述したスピバルブ磁気抵抗センサを備える薄膜磁気ヘッドが提供され、Hintの変動が少ないことにより、再生出力の非対称性が小さくなると同時に、高い再生出力が得られる。

【0023】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の好適な実施の形態について添付の図面を参照して詳細に説明する。図1には、本発明を適用した所謂スピバルブMRセンサの構成が断面示されている。このスピバルブMRセンサは、ガラス、シリコン、 $Al_2O_3$ ・TiCなどのセラミック材料等からなる基板1上に、その上に形成される膜全体の結晶配向性を高めるために、Taからなる第1下地膜2とNiFeCrからなる第2下地膜12との2層構造の下地層が形成され、その上にスピバルブMR膜が積層されている。このMR膜は、前記下地層上に形成したPtMn膜からなる反強磁性層4の上に、CoFeからなる強磁性膜5とRuからなる非磁性膜6とCoFeからなる強磁性膜7とからなる3層構造のピン層が積層されたシンセティック・スピバルブ膜と呼ばれるもので、前記両強磁性膜が非磁性膜を挟んで磁氣的に強い反平行結合により一体化し、それにより反強磁性層4との交換結合が強化されてセンサの動作が安定化し、かつピン層からフリー層に及ぶ静磁場が減少して再生出力の非対称性が改善される。

【0024】前記ピン層上にはCu膜からなる非磁性スペーサ層8が形成され、かつその上には、CoFe膜9とNiFe膜10とからなる2層構造のフリー層が積層されている。本実施例では、高い磁場感度を得るため

に、前記フリー層が従来のスピバルブ膜よりも薄く形成されている。そして、フリー層を薄くしたことによるMR比の減少を回避するために、伝導電子の平均自由行程を増大させるための、Cuからなる非磁性金属層13とRuからなる非磁性金属層14との2層構造からなるバックレイヤ15が前記フリー層上に積層されている。また最上部には、周知のように後の製造工程或使用中の酸化等を防止するために例えばTaからなる保護層12が形成されている。

【0025】このようにCuとRuとを組み合わせて2層構造のバックレイヤを設けることにより、フリー層の平均自由行程を長くできるだけでなく、Ta保護層との界面で反射された伝導電子が散乱により非磁性スペーサ層8側に戻る確率が減少するので、高い再生出力が得られると同時に、製造工程におけるバックレイヤの膜厚の変動によるHintの大きな変動が抑制され、センサの特性が安定する。

【0026】前記MR膜は、その成膜後に真空磁場中で所定の熱処理を行うことにより、反強磁性層4を規則化させ、交換結合により前記ピン層に方向性異方性を与えて、その磁化配向を固定する。このとき、非磁性金属層13のCuが薄いフリー層のNiFe膜10に拡散して、センサ特性を劣化させる虞がある。このため、別の実施例では、前記バックレイヤをRu/Cu/Ruの3層構造で形成する。NiFe膜10に接するRu膜は、上記成膜後の熱処理時にCuの拡散バリア層として機能するので、センサ特性の劣化が防止される。

【0027】バックレイヤ15には、上述したCu及びRu以外に、様々な非磁性金属材料を使用することができる。例えば、Cuと同様に比較的電気伝導度の高いAg、Au等から選択される1種、又はそれらとCuとから選択される2種以上の元素からなる非磁性金属層と、Ruと同様にそれよりは電気伝導度の低いRe、Os、Ir、Rh、W、Nb、Mo、Cr、V、Pd、Pt等から選択される1種、又はそれらとRuとから選択される2種以上の元素からなる非磁性金属層とを適当に組み合わせた2層以上の積層膜により、前記バックレイヤを形成することができ、それによって図1に関連して上述したと同様の作用効果が得られる。

【0028】実際に、基板上にTa(30Å)/NiFeCr(40Å)/PtMn(250Å)/CoFe(20Å)/Ru(8.5Å)/CoFe(26Å)/Cu(24Å)/CoFe(10Å)/NiFe(20Å)/Cu/Ru(5Å)/Ta(30Å)の膜組成からなる図1のスピバルブMR膜をDCマグネトロンスパッタにより形成し、バックレイヤ15のCu層の膜厚tに対するHintの変化を測定した。このMR膜は、成膜後に15キログaussの真空磁場中で10時間、270℃の熱処理を行なった。

【0029】前記Cu層の膜厚tを0Åから40Åまで

の範囲で変化させたところ、図2に示す結果が得られた。同図から分かるように、Hint はCu層の膜厚 $t$ を変化させてもほぼ一定である。これを図6に示す従来例のスピンバルブMR膜の測定結果と比較すると、本発明のCu/Ruからなる非磁性金属材料積層構造のバックレイヤが優れたHintの変動抑制効果を発揮することが明らかである。

【0030】次に、この実施例のスピンバルブMR膜と図5に関連して説明した従来例のスピンバルブMR膜について、それぞれ熱処理後に4端子法で、バックレイヤのCu層の膜厚 $t$ に対する磁気抵抗効果(MR効果)を $dR/R$ 値の変化として測定した。この測定結果を図3に示す。

【0031】同図から、伝導電子の平均自由行程を長くしてMR比を向上させるためには、Cu層の膜厚 $t$ が少なくとも5Å以上必要であること、及び膜厚 $t$ が20Å以上になると、センス電流のシャント効果によりMR比が必要以上に減少することが分かる。従って、スピンバルブMRセンサとして所望の磁気抵抗効果を得る、即ち高い再生出力を得るためには、バックレイヤを構成するCu層の膜厚 $t$ は、5Å以上で20Å以下の範囲が望ましい。

【0032】図1のスピンバルブMR膜の両側は、前記フリー層が所望のトラック幅となるようにエッチングで除去され、その両側に、図4に示すようにフリー層を単磁区化するためのハードバイアス下地膜16及びハードバイアス膜17が形成される。ハードバイアス膜17の

上には、センス電流を流すための1対の電極膜18が形成され、更にこの積層構造全体をアルミナギャップ膜19で被覆して、本発明のスピンバルブMRセンサが完成する。

【0033】このスピンバルブMRセンサは、図4において基板上に形成した下部磁気シールド層、アルミナ絶縁層20の上に設けられており、この上に上部シールド層、書き込みヘッド、読取り書き込み用信号端子等を形成し、かつアルミナ保護層で被覆した後、ウエハからスライダに加工し、サスペンションや引き出し線等を付加して組み立てられると、本発明による複合型薄膜磁気ヘッドが完成する。

【0034】上述した実施例と同様の方法で作製し、15キログaussの真空磁場中で10時間、270℃の熱処理を行なったTa(30Å)/NiFeCr(40Å)/PtMn(250Å)/CoFe(20Å)/Ru(8.5Å)/CoFe(26Å)/Cu(24Å)/CoFe(10Å)/NiFe(20Å)/Cu(10Å)/Ru(5Å)/Ta(30Å)からなる膜組成のスピンバルブMRセンサを備える薄膜磁気ヘッドを組み立て、その記録再生特性をリードライトテストで測定した。比較例として、バックレイヤがCu層のみからなる点を除いて、これと全く同一構成の薄膜磁気ヘッドを作製し、同様にその記録再生特性を測定した。これらの測定結果を以下の表1に示す。

【0035】

【表1】

	バックレイヤの 積層構造	単位トラック幅 あたりの再生出力	出力の 非対称性	非対称性の 標準偏差
本発明	Cu(10 Å)/Ru(6 Å)	3.05 mV/ $\mu$ m	2.40 %	7.29 %
比較例	Cu(10 Å)	2.97 mV/ $\mu$ m	4.45 %	10.81 %

【0036】本発明の磁気ヘッドも比較例も、同様に非常に高い感度の再生出力が得られたが、再生出力の非対称性及びその標準偏差は、明らかに本発明の方が比較例よりも小さい。特に非対称性の標準偏差が小さいということは、Cu/Ru積層構造のバックレイヤにより、Hintの変動が抑制された結果であると考えられる。従って、本発明の磁気ヘッドによれば、磁気変換特性のばらつき及び歩留りを大幅に改善できることが分かる。

【0037】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明のスピンバルブ磁気抵抗センサは、フリー層の膜厚をより薄くして磁気感度を高め、高い再生出力が得られるだけでなく、2つ以上の非磁性金属層を積層したバックレイヤを形成することにより、その膜厚の変動によるHintの変動を有効に抑制できるので、再生出力の非対称性のばらつきを抑えてセンサの磁気特性を安定させることができ、磁気記録における高記録密度化を実現することができる。更に、より一層の大容量化及び高記録密度化

を可能にする高い性能及び安定性を備えた薄膜磁気ヘッドを歩留り良く製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を適用したスピンバルブ膜の実施例を示す断面図である。

【図2】図1のスピンバルブ膜におけるバックレイヤのCu層の膜厚に対するHintの変化を示す線図である。

【図3】図1及び図5のスピンバルブ膜におけるバックレイヤのCu層の膜厚に対するMR比の変化を示す線図である。

【図4】本発明によるスピンバルブMRセンサの実施例を示す断面図である。

【図5】従来のスピンフィルタ構造のスピンバルブ膜を示す断面図である。

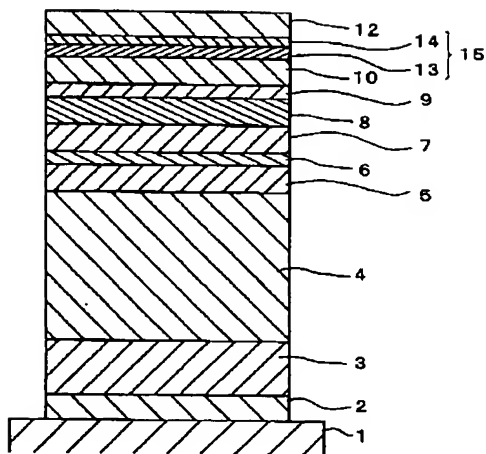
【図6】図5のスピンバルブ膜におけるバックレイヤのCu層の膜厚に対するHintの変化を示す線図である。

【符号の説明】

1 基板

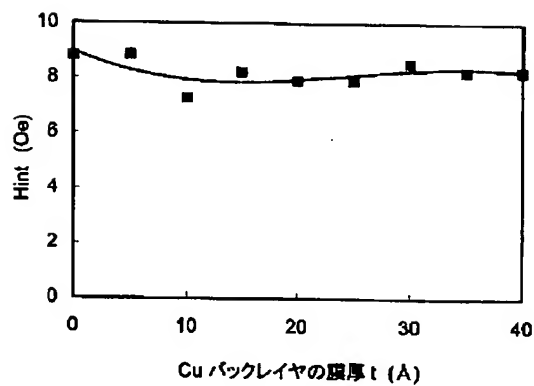
- 2 Ta膜
- 3 NiFeCr膜
- 4 反強磁性層
- 5 CoFe膜
- 6 Ru膜
- 7 CoFe膜
- 8 非磁性スペーサ層
- 9 CoFe膜
- 10 NiFe膜
- 11 非磁性金属層

【図1】



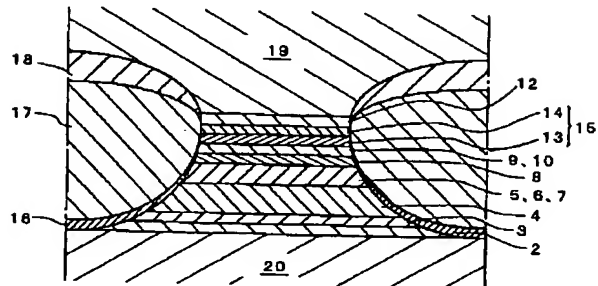
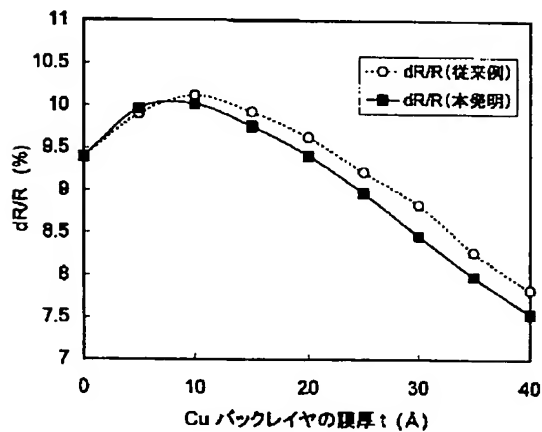
- 12 保護層
- 13 Cu非磁性金属層
- 14 Ru非磁性金属層
- 15 バックレイヤ
- 16 ハードバイアス下地膜
- 17 ハードバイアス膜
- 18 電極膜
- 19 アルミナギャップ膜
- 20 アルミナ絶縁層

【図2】

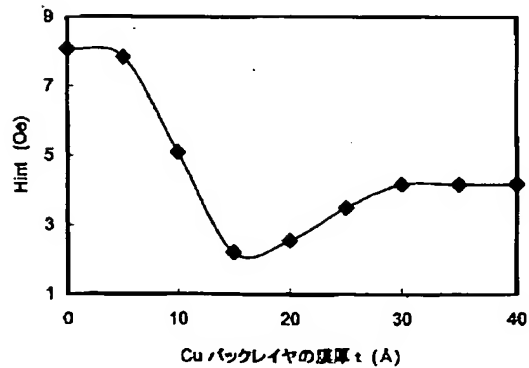


【図4】

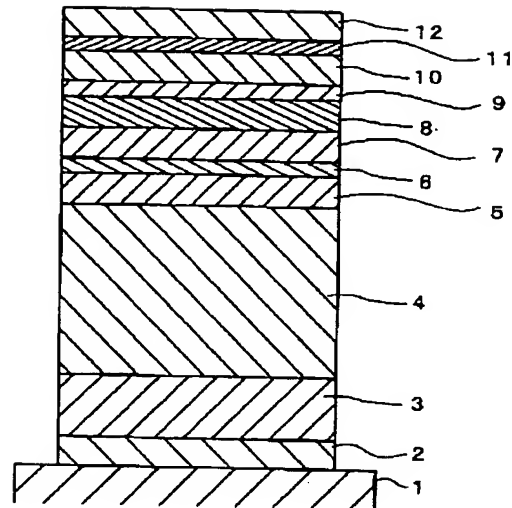
【図3】



【図6】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 田淵 清隆  
大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号  
住友金属工業株式会社内  
(72)発明者 沢崎 立雄  
大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号  
住友金属工業株式会社内  
(72)発明者 西田 宏  
大阪府三島郡島本町江川2-15-17 リー  
ドライト・エスエムアイ株式会社内

(72)発明者 水上 和宏  
大阪府三島郡島本町江川2-15-17 リー  
ドライト・エスエムアイ株式会社内  
(72)発明者 樋上 文範  
大阪府三島郡島本町江川2-15-17 リー  
ドライト・エスエムアイ株式会社内  
Fターム(参考) 5D034 BA03 BA16 BA17 BA18 BA21  
CA04